

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-51475

(P2003-51475A)

(43) 公開日 平成15年2月21日 (2003. 2. 21)

| (51) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号  | F I            | テ-マ-ト* (参考) |
|---------------------------|-------|----------------|-------------|
| H 0 1 L 21/304            | 6 4 1 | H 0 1 L 21/304 | 6 4 1       |
|                           | 6 5 1 |                | 6 5 1 B     |

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2001-239084(P2001-239084)

(22) 出願日 平成13年8月7日 (2001. 8. 7)

(71) 出願人 000001199

株式会社神戸製鋼所

兵庫県神戸市中央区脇浜町二丁目10番26号

(71) 出願人 000207551

大日本スクリーン製造株式会社

京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁

目天神北町1番地の1

(72) 発明者 井上 陽一

兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目3番1号

株式会社神戸製鋼所高砂製作所内

(74) 代理人 100061745

弁理士 安田 敏雄

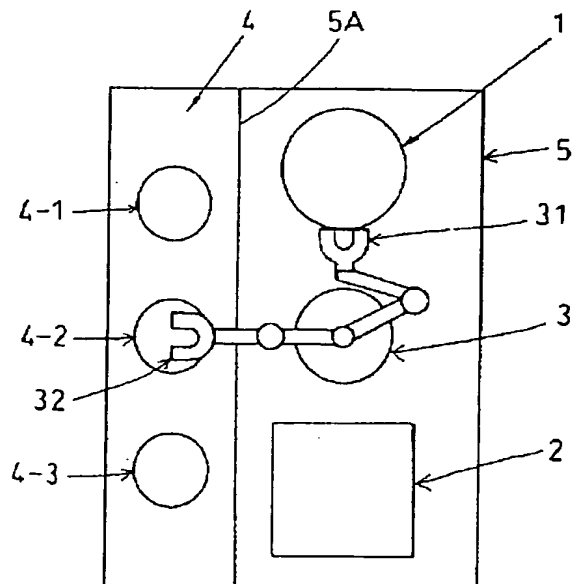
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ウェハ等の処理方法および処理設備

(57) 【要約】

【課題】 半導体ウェハ、液晶基板等の生産において、湿式処理から超臨界乾燥の工程を、汎用性が高く、安定で生産性が高く、経済的要望を満足しうる、ウェハ等の処理システムを提供することにある。

【解決手段】 その内部にウェハ等を収納して、現像、成膜、エッチング、洗浄等の湿式処理を行う少なくとも1基の湿式処理装置1と、その内部にウェハ等を収納して超臨界乾燥を行う少なくとも1基の超臨界乾燥装置2と、前記湿式処理装置1と前記超臨界乾燥装置2との間でウェハ等をその表面が濡れた状態で搬送を行う搬送装置3、とを備え、前記超臨界乾燥装置2には、この内部でウェハ等を回転する機構を備えている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ウェハ等を湿式処理装置に装入して該湿式処理装置中で現像、成膜、エッチング、洗浄等の湿式処理を行う工程と、この湿式処理工程の後で前記ウェハ等を乾燥させる前に前記ウェハ等を前記湿式処理装置から取り出して前記ウェハ等の表面が濡れた状態で超臨界乾燥装置に装入する工程と、前記超臨界乾燥装置の内部に載置された前記ウェハ等の表面に液を供給する工程と、前記超臨界乾燥装置内に高圧高温の流体を供給して前記超臨界乾燥装置の内部を超臨界状態にする工程と、前記超臨界乾燥装置内を予め決められた時間超臨界状態に保持する工程と、前記超臨界乾燥装置内の圧力を減じて大気圧に戻す工程と、前記超臨界乾燥装置から前記ウェハ等を取り出す工程、とを有していることを特徴とするウェハ等の処理方法。

【請求項2】 ウェハ等を湿式処理装置に装入して該湿式処理装置中で現像、成膜、エッチング、洗浄等の湿式処理を行う工程と、この湿式処理工程の後で前記ウェハ等を乾燥させる前に前記ウェハ等を前記湿式処理装置から取り出して前記ウェハ等の表面が濡れた状態で超臨界乾燥装置に装入する工程と、前記超臨界乾燥装置の内部に載置された前記ウェハ等の表面に液を供給する工程と、前記超臨界乾燥装置内に高圧高温の流体を供給して前記超臨界乾燥装置の内部を超臨界状態にする工程と、前記ウェハ等を回転させて前記ウェハ等の表面に残る液体の大部分を遠心力により除去する工程と、前記超臨界乾燥装置内を予め決められた時間超臨界状態に保持する工程と、前記超臨界乾燥装置内の圧力を減じて大気圧に戻す工程と、前記超臨界乾燥装置から前記ウェハ等を取り出す工程、とを有していることを特徴とするウェハ等の処理方法。

【請求項3】 湿式処理後のウェハ等を自然乾燥させることなくウェハ等の表面が濡れた状態で超臨界乾燥装置中に載置する工程と、前記超臨界乾燥装置の内部に載置された前記ウェハ等の表面に液を供給する工程と、前記超臨界乾燥装置内に高圧高温の流体を供給して前記超臨界乾燥装置の内部を超臨界状態にする工程と、前記超臨界乾燥装置内を予め決められた時間超臨界状態に保持する工程と、前記超臨界乾燥装置内の圧力を減じて大気圧に戻す工程と、前記超臨界乾燥装置から前記ウェハ等を取り出す工程、とを有していることを特徴とするウェハ等の処理方法。

【請求項4】 湿式処理後のウェハ等を自然乾燥させることなくウェハ等の表面が濡れた状態で超臨界乾燥装置中に載置する工程と、前記超臨界乾燥装置の内部に載置された前記ウェハ等の表面に液を供給する工程と、前記超臨界乾燥装置内に高圧高温の流体を供給して前記超臨界乾燥装置の内部を超臨界状態にする工程と、前記ウェハ等を回転させて前記ウェハ等の表面に残る液体の大部分を遠心力により除去する工程と、前記超臨界乾燥装置

内を予め決められた時間超臨界状態に保持する工程と、前記超臨界乾燥装置内の圧力を減じて大気圧に戻す工程と、前記超臨界乾燥装置から前記ウェハ等を取り出す工程、とを有していることを特徴とするウェハ等の処理方法。

【請求項5】 前記超臨界乾燥装置の内部に載置された前記ウェハ等の表面に液を供給する工程において前記ウェハ等を回転させることを特徴とする請求項1～請求項4に記載の処理方法。

10 【請求項6】 その内部にウェハ等を収納して、現像、成膜、エッチング、洗浄等の湿式処理を行う湿式処理装置と、前記湿式処理が完了したウェハ等を前記ウェハ等の表面が濡れた状態で搬送するウェハ搬送装置と、前記ウェハ等に超臨界乾燥を行う超臨界乾燥装置、とを備えており、前記超臨界乾燥装置には前記ウェハ等の表面に液を供給する装置が設けられていることを特徴とするウェハ等の処理設備。

20 【請求項7】 その内部にウェハ等を収納して、現像、成膜、エッチング、洗浄等の湿式処理を行う湿式処理装置と、前記湿式処理が完了したウェハ等を前記ウェハ等の表面が濡れた状態で搬送するウェハ搬送装置と、前記ウェハ等に超臨界乾燥を行う超臨界乾燥装置、とを備えており、前記超臨界乾燥装置には前記ウェハ等の表面に液を供給する装置と前記ウェハ等を回転する装置とが設けられていることを特徴とするウェハ等の処理設備。

30 【請求項8】 超臨界乾燥装置の内部にウェハ等を載置する工程と、前記ウェハ等に、現像、成膜、エッチング、洗浄等の湿式処理を行う工程と、前記ウェハ等を回転させながら前記ウェハ等の表面に液を供給しつつ前記超臨界乾燥装置内に高圧高温の流体を供給して前記超臨界乾燥装置の内部を超臨界状態にする工程と、前記超臨界乾燥装置内を予め決められた時間超臨界状態に保持する工程と、前記超臨界乾燥装置内の圧力を減じて大気圧に戻す工程と、前記超臨界乾燥装置から前記ウェハ等を取り出す工程、とを有していることを特徴とするウェハ等の処理方法。

40 【請求項9】 超臨界乾燥装置の内部にウェハ等を載置する工程と、前記ウェハ等に、現像、成膜、エッチング、洗浄等の湿式処理を行う工程と、前記ウェハ等を回転させながら前記ウェハ等の表面に液を供給しつつ前記超臨界乾燥装置内に高圧高温の流体を供給して前記超臨界乾燥装置の内部を超臨界状態にする工程と、前記ウェハ等を回転させて前記ウェハ等の表面に残る液体の大部分を遠心力により除去する工程と、前記超臨界乾燥装置内を予め決められた時間超臨界状態に保持する工程と、前記超臨界乾燥装置内の圧力を減じて大気圧に戻す工程と、前記超臨界乾燥装置から前記ウェハ等を取り出す工程、とを有していることを特徴とするウェハ等の処理方法。

50 【請求項10】 ウェハ等を湿式処理装置に装入して該

湿式処理装置中で現像、成膜、エッチング、洗浄等の湿式処理を行う工程と、この湿式処理工程の後で前記ウェハ等を乾燥させる前に前記ウェハ等を前記湿式処理装置から取り出して前記ウェハ等の表面が濡れた状態で超臨界乾燥装置に装入する工程と、前記超臨界乾燥装置の開口部を閉じ前記超臨界乾燥装置内に高圧高温の流体を供給して前記超臨界乾燥装置の内部を超臨界状態にする工程と、前記ウェハ等を回転させて前記ウェハ等の表面に残る液体の大部分を遠心力により除去する工程と、前記超臨界乾燥装置内を予め決められた時間超臨界状態に保持する工程と、前記超臨界乾燥装置内の圧力を減じて大気圧に戻す工程と、前記超臨界乾燥装置の開口部を開いて前記ウェハ等を取り出す工程、とを有していることを特徴とするウェハ等の処理方法。

【請求項11】 ウェハ等を湿式処理装置に装入して該湿式処理装置中で現像、成膜、エッチング、洗浄等の湿式処理を行う工程と、この湿式処理工程の後で前記ウェハ等を乾燥させる前に前記ウェハ等を前記湿式処理装置から取り出して前記ウェハ等の表面が濡れた状態で輸送容器に装填する工程と、前記輸送容器に前記ウェハ等の表面を覆うレベルまで液を供給する工程と、前記輸送容器・前記ウェハ等および前記液を一括して超臨界乾燥装置に装入する工程と、前記超臨界乾燥装置の開口部を閉じ前記超臨界乾燥装置内に高圧高温の流体を供給して前記超臨界乾燥装置の内部を超臨界状態にする工程と、前記輸送容器・前記ウェハ等および液を一括して回転させて前記輸送容器に残る前記液の大部分を遠心力により除去する工程と、前記超臨界乾燥装置内を予め決められた時間超臨界状態に保持する工程と、前記超臨界乾燥装置内の圧力を減じて大気圧に戻す工程と、前記超臨界乾燥装置の開口部を開いて前記輸送容器および前記ウェハ等を取り出す工程、とを有していることを特徴とするウェハ等の処理方法。

【請求項12】 ウェハ等を超臨界乾燥装置に装入する工程と、前記超臨界乾燥装置の中で前記ウェハ等に湿式処理工程を行う工程と、前記ウェハ等を乾燥させる前に前記超臨界乾燥装置内に高圧高温の流体を供給して前記超臨界乾燥装置の内部を超臨界状態にする工程と、前記ウェハ等を回転させて前記ウェハ等の表面に残る液体の大部分を遠心力により除去する工程と、前記超臨界乾燥装置内を予め決められた時間超臨界状態に保持する工程と、前記超臨界乾燥装置内の圧力を減じて大気圧に戻す工程と、前記超臨界乾燥装置の開口部を開いて前記輸送容器および前記ウェハ等を取り出す工程、とを有していることを特徴とするウェハ等の処理方法。

【請求項13】 湿式処理後のウェハ等を自然乾燥させることなくウェハ等の表面が濡れた状態で超臨界乾燥装置中に載置する工程と、前記ウェハ等が自然乾燥する以前に超臨界乾燥装置内に高圧高温の流体を供給して前記超臨界乾燥装置の内部を超臨界状態にする工程と、前記

ウェハ等を回転させて前記ウェハ等の表面に残る液体の大部分を遠心力により除去する工程と、前記超臨界乾燥装置内を予め決められた時間超臨界状態に保持する工程と、前記超臨界乾燥装置内の圧力を減じて大気圧に戻す工程と、前記超臨界乾燥装置の開口部を開いて前記ウェハ等を取り出す工程、とを有していることを特徴とするウェハ等の処理方法。

【請求項14】 その内部にウェハ等を収納して、現像、成膜、エッチング、洗浄等の湿式処理を行う湿式処理装置と、前記湿式処理が完了したウェハ等を前記ウェハ等の表面が濡れた状態で搬送するウェハ搬送装置と、前記ウェハ等に超臨界乾燥を行う超臨界乾燥装置、とを備えており、前記超臨界乾燥装置には前記ウェハ等を回転する機構が設けられていることを特徴とするウェハ等の処理設備。

【請求項15】 その内部にウェハ等を収納して現像、成膜、エッチング、洗浄等の湿式処理を行う湿式処理装置と、前記湿式処理が完了したウェハ等を前記ウェハ等の表面が濡れた状態で輸送容器に装填するウェハ装填装置と、前記輸送容器に液を供給する液供給装置と、前記輸送容器・前記ウェハ等および前記液を一括して搬送するウェハ搬送装置と、その内部に前記輸送容器・前記ウェハ等および前記液を一括して収納する超臨界乾燥装置、とを備えており、前記超臨界乾燥装置には前記輸送容器・前記ウェハ等および前記液を一括して回転させる機構が設けられていることを特徴とするウェハ等の処理設備。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ウェハ等の処理方法および処理設備に係り、半導体ウェハの現像、成膜、洗浄、エッチング、リンス、置換、乾燥等の工程に使用される。また液晶基板の同様の工程に使用されるものである。特に、現像、成膜、洗浄、エッチング、リンス、置換等の処理を湿式（液体を使用）で行い、しかる後に、湿式処理後のウェハ等の乾燥を超臨界流体を用いて行う処理設備と処理方法として利用されるものである。

【0002】

【従来の技術と課題】よく知られているように、半導体チップの世界では、急速に微細化が進められている。チップ内部の配線サイズは10年前には1 $\mu$ m程度であったものが、現在では0.18 $\mu$ m程度にまで微細化され、さらに0.13 $\mu$ mのデバイスが実用化されようとしており、引続いて0.10 $\mu$ mから、0.07 $\mu$ m、0.05 $\mu$ mまでを具体的なターゲットとした技術開発がスタートしている。このような微細化に伴って、これまでは問題にならなかった事象が大きな問題として立ちあがってくる可能性がある。近年大きな問題として懸念されているものの一つに毛管力による微細構造の倒壊あるいは崩壊がある。

【0003】半導体チップの多くは、多数の湿式処理（液体を使用する処理）工程を経て製造されている。例えば、レジストの現像にはアルカリ性の水溶液が使用され、アルカリ性水溶液の現像液を純水でリンスし、その後乾燥される。この乾燥の際に、水に浸されたウェハが乾燥の進展とともに水と気体との界面に晒されることになるが、この時に大きな表面張力が発生し、壁状に平行して立っている現像後のレジストがお互いに引き寄せられて倒壊することが報告されている。同様のことが、MEMS (Micro・Electro・Mechanical・System) と呼ばれる電気機械デバイスの製造においても問題となる。このデバイスは極めて微細なカンチレバーのような剛性の小さな構造を持っている。

【0004】通常このデバイスは必要な部分の周りに存在する形を作るための犠牲層をフッ酸や水酸化カリウム (KOH) 等の水溶液でエッチングして除去して形を作り、その後リンス液でリンスされてその後乾燥される。この場合にも、乾燥の際の毛管力により、カンチレバーが容易にお互いが固着したり、カンチレバーとベース面とが固着してしまうことが知られている。さらに同様のことが、ポーラスlow-work層間絶縁膜の形成においても問題となる。この材料においては誘電率を下げるために気孔率が上げられる。この材料の場合には、スピコートによる成膜、ゲル化、液置換等の工程を経て乾燥されるが、乾燥工程において毛管力のため、多孔質の構造そのものが崩壊してしまうことが知られている。

【0005】同様のことが、湿式洗浄した後の乾燥工程においても発生することがある。既述したように、半導体チップの微細化にともなう毛管力による微細構造の倒壊・崩壊は、現実にあるいは近い将来、大きな問題になる可能性が懸念されている。この問題を解決するためにいくつかの方法が検討されており、その中の一つとして超臨界二酸化炭素を用いた超臨界乾燥技術が提案されており、有力な解決手段になりうる可能性があるとして近年注目を集めている。

【0006】図5の圧力と温度の状態図に示すように、温度だけを利用する通常の乾燥（図5において液体Aから気体D）では必ず気液平衡線を通して、この時に気液界面で毛管力が発生する。他方、温度と圧力とを利用し超臨界状態を経由して乾燥する場合（図5において液体A→圧力が高い液体B→超臨界液体C→気体D）には気液平衡線を通らず、したがって本質的に毛管力フリーでの乾燥が可能となる。例えば、J. Vac. Sci. Technol. B18 (6), Nov/Dec 2000, P3308 "Supercritical drying for water-rinsed resist systems" や同P3313 "Aqueous-based photoresist drying using supercritical carb

on dioxide to prevent pattern collapse" には、微細化に伴う乾燥時のレジスト倒壊の問題と、この問題解決のための超臨界乾燥の有効性が述べられている。

【0007】また、特開平8-250464号には、MEMS部品製造工程における乾燥時の固着の問題と、この問題解決のための超臨界乾燥の有効性が述べられている。上記の論文や特許文献は、レジスト乾燥やMEMS乾燥における超臨界流体を利用した毛管力フリー乾燥の提案という意味で先駆的なものではあるが、超臨界乾燥技術を、生産性、経済性、安定性といった観点から、生産手段として脱皮させるためには一段の工夫が必要である。例えば、上記の特開平8-250464号には具体的な方法・装置としてワンバス方式が提案されている。この提案では、装置はワンバス方式すなわち一つのチャンバーで湿式処理と超臨界乾燥の両方が実施されるようになっている。

【0008】本提案では、まずウェハを超臨界処理装置の中に装入する。そのあと、強酸性液でのエッチング、純水でのリンス、アルコールでの置換、という順に湿式処理を行う。その後液体二酸化炭素を導入してアルコールを置換し、液体二酸化炭素での置換後に温度を上昇させて二酸化炭素を超臨界状態としその後、減圧することによって超臨界乾燥が完了する。この提案は概念としては非常に優れているが、実用化という観点からは多くの問題を含んでいる。すなわち、超臨界装置は高圧装置であり、常圧で使用される通常の湿式処理装置と比較すると多くの制約条件があるからである。まず第一に高圧容器（圧力容器）である超臨界装置には、強酸や強アルカリといった腐食性の薬液を導入することはできず、薬液の選択範囲が大幅に制約されてしまう。強酸や強アルカリは高圧容器である超臨界装置の接液面を腐食し、はなはだ危険だからである。超臨界装置すなわち高圧容器の内面をフッ素樹脂で耐蝕コーティングすることが当然考えられる。この方法は短期的には有効ではあるが、高圧下で長期間その機能を継続発揮することは難しい。

【0009】また、高圧容器そのものは内面をコーティングできたとしても、そこに至る細い配管や接ぎ手、高圧弁等の部品のすべての内面を耐蝕コーティングすることは実質的に不可能である。更に、高圧装置は高い圧力に耐える必要があるため、配管等の口径を通常の湿式処理装置のように大きくとることはできない。したがって液の出し入れに通常の湿式処理装置よりも多くの時間を必要とすることになり生産性が落ちる。またそもそも、高価な高圧装置を常圧でも使うために、高圧装置としての利用効率が落ちてしまう。換言すれば、高圧装置を使う必要のない工程まで高圧装置の中で行うことになるため、経済性の面で著しく不利となる。

【0010】本発明の目的は、湿式処理から超臨界乾燥の工程を、汎用性が高く、安定で生産性が高く、経済的

要望を満足しうる、かつ新たな時代の技術的要請を満たすことができる、ウェハ等の処理設備および処理方法を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、前記目的を達成するために、次の技術的手段を講じている。すなわち、請求項1に係るウェハ等の処理方法は、ウェハ等を湿式処理装置に装入して該湿式処理装置中で現像、成膜、エッチング、洗浄等の湿式処理を行う工程と、この湿式処理工程の後で前記ウェハ等を乾燥させる前に前記ウェハ等を前記湿式処理装置から取り出して前記ウェハ等の表面が濡れた状態で超臨界乾燥装置に装入する工程と、前記超臨界乾燥装置の内部に載置された前記ウェハ等の表面に液を供給する工程と、前記超臨界乾燥装置内に高圧高温の流体を供給して前記超臨界乾燥装置の内部を超臨界状態にする工程と、前記超臨界乾燥装置内を予め決められた時間超臨界状態に保持する工程と、前記超臨界乾燥装置内の圧力を減じて大気圧に戻す工程と、前記超臨界乾燥装置から前記ウェハ等を取り出す工程、とを有していることを特徴とするものである。

【0012】更に、請求項2に係るウェハ等の処理方法は、ウェハ等を湿式処理装置に装入して該湿式処理装置中で現像、成膜、エッチング、洗浄等の湿式処理を行う工程と、この湿式処理工程の後で前記ウェハ等を乾燥させる前に前記ウェハ等を前記湿式処理装置から取り出して前記ウェハ等の表面が濡れた状態で超臨界乾燥装置に装入する工程と、前記超臨界乾燥装置の内部に載置された前記ウェハ等の表面に液を供給する工程と、前記超臨界乾燥装置内に高圧高温の流体を供給して前記超臨界乾燥装置の内部を超臨界状態にする工程と、前記ウェハ等を回転させて前記ウェハ等の表面に残る液体の大部分を遠心力により除去する工程と、前記超臨界乾燥装置内を予め決められた時間超臨界状態に保持する工程と、前記超臨界乾燥装置内の圧力を減じて大気圧に戻す工程と、前記超臨界乾燥装置から前記ウェハ等を取り出す工程、とを有していることを特徴とするものである。

【0013】また、請求項3に係るウェハ等の処理方法は、湿式処理後のウェハ等を自然乾燥させることなくウェハ等の表面が濡れた状態で超臨界乾燥装置中に載置する工程と、前記超臨界乾燥装置の内部に載置された前記ウェハ等の表面に液を供給する工程と、前記超臨界乾燥装置内に高圧高温の流体を供給して前記超臨界乾燥装置の内部を超臨界状態にする工程と、前記超臨界乾燥装置内を予め決められた時間超臨界状態に保持する工程と、前記超臨界乾燥装置内の圧力を減じて大気圧に戻す工程と、前記超臨界乾燥装置から前記ウェハ等を取り出す工程、とを有していることを特徴とするものである。

【0014】更に、請求項4に係るウェハ等の処理方法は、湿式処理後のウェハ等を自然乾燥させることなくウェハ等の表面が濡れた状態で超臨界乾燥装置中に載置す

る工程と、前記超臨界乾燥装置の内部に載置された前記ウェハ等の表面に液を供給する工程と、前記超臨界乾燥装置内に高圧高温の流体を供給して前記超臨界乾燥装置の内部を超臨界状態にする工程と、前記ウェハ等を回転させて前記ウェハ等の表面に残る液体の大部分を遠心力により除去する工程と、前記超臨界乾燥装置内を予め決められた時間超臨界状態に保持する工程と、前記超臨界乾燥装置内の圧力を減じて大気圧に戻す工程と、前記超臨界乾燥装置から前記ウェハ等を取り出す工程、とを有していることを特徴とするものである。

【0015】また、請求項5に係るウェハ等の処理方法は、前述した請求項1～4において、前記超臨界乾燥装置の内部に載置された前記ウェハ等の表面に液を供給する工程において前記ウェハ等を回転させることを特徴とするものである。更に、請求項6に係るウェハ等の処理設備は、その内部にウェハ等を収納して、現像、成膜、エッチング、洗浄等の湿式処理を行う湿式処理装置と、前記湿式処理が完了したウェハ等を前記ウェハ等の表面が濡れた状態で搬送するウェハ搬送装置と、前記ウェハ等に超臨界乾燥を行う超臨界乾燥装置、とを備えており、前記超臨界乾燥装置には前記ウェハ等の表面に液を供給する装置が設けられていることを特徴とするものである。

【0016】また、請求項7に係るウェハ等の処理設備は、その内部にウェハ等を収納して、現像、成膜、エッチング、洗浄等の湿式処理を行う湿式処理装置と、前記湿式処理が完了したウェハ等を前記ウェハ等の表面が濡れた状態で搬送するウェハ搬送装置と、前記ウェハ等に超臨界乾燥を行う超臨界乾燥装置、とを備えており、前記超臨界乾燥装置には前記ウェハ等の表面に液を供給する装置と前記ウェハ等を回転する装置とが設けられていることを特徴とするものである。更に、請求項8に係るウェハ等の処理方法は、超臨界乾燥装置の内部にウェハ等を載置する工程と、前記ウェハ等に、現像、成膜、エッチング、洗浄等の湿式処理を行う工程と、前記ウェハ等を回転させながら前記ウェハ等の表面に液を供給しつつ前記超臨界乾燥装置内に高圧高温の流体を供給して前記超臨界乾燥装置の内部を超臨界状態にする工程と、前記超臨界乾燥装置内を予め決められた時間超臨界状態に保持する工程と、前記超臨界乾燥装置内の圧力を減じて大気圧に戻す工程と、前記超臨界乾燥装置から前記ウェハ等を取り出す工程、とを有していることを特徴とするものである。

【0017】また、請求項9に係るウェハ等の処理方法は、超臨界乾燥装置の内部にウェハ等を載置する工程と、前記ウェハ等に、現像、成膜、エッチング、洗浄等の湿式処理を行う工程と、前記ウェハ等を回転させながら前記ウェハ等の表面に液を供給しつつ前記超臨界乾燥装置内に高圧高温の流体を供給して前記超臨界乾燥装置の内部を超臨界状態にする工程と、前記ウェハ等を回転

させて前記ウェハ等の表面に残る液体の大部分を遠心力により除去する工程と、前記超臨界乾燥装置内を予め決められた時間超臨界状態に保持する工程と、前記超臨界乾燥装置内の圧力を減じて大気圧に戻す工程と、前記超臨界乾燥装置から前記ウェハ等を取り出す工程、とを有していることを特徴とするものである。

【0018】更に、請求項10に係るウェハ等の処理方法は、ウェハ等を湿式処理装置に装入して該湿式処理装置中で現像、成膜、エッチング、洗浄等の湿式処理を行う工程と、この湿式処理工程の後で前記ウェハ等を乾燥させる前に前記ウェハ等を前記湿式処理装置から取り出して前記ウェハ等の表面が濡れた状態で超臨界乾燥装置に装入する工程と、前記超臨界乾燥装置の開口部を閉じ前記超臨界乾燥装置内に高圧高温の流体を供給して前記超臨界乾燥装置の内部を超臨界状態にする工程と、前記ウェハ等を回転させて前記ウェハ等の表面に残る液体の大部分を遠心力により除去する工程と、前記超臨界乾燥装置内を予め決められた時間超臨界状態に保持する工程と、前記超臨界乾燥装置内の圧力を減じて大気圧に戻す工程と、前記超臨界乾燥装置の開口部を開いて前記ウェハ等を取り出す工程、とを有していることを特徴とするものである。

【0019】また、請求項11に係るウェハ等の処理方法は、ウェハ等を湿式処理装置に装入して該湿式処理装置中で現像、成膜、エッチング、洗浄等の湿式処理を行う工程と、この湿式処理工程の後で前記ウェハ等を乾燥させる前に前記ウェハ等を前記湿式処理装置から取り出して前記ウェハ等の表面が濡れた状態で輸送容器に装填する工程と、前記輸送容器に前記ウェハ等の表面を覆うレベルまで液を供給する工程と、前記輸送容器・前記ウェハ等および前記液を一括して超臨界乾燥装置に装入する工程と、前記超臨界乾燥装置の開口部を閉じ前記超臨界乾燥装置内に高圧高温の流体を供給して前記超臨界乾燥装置の内部を超臨界状態にする工程と、前記輸送容器・前記ウェハ等および液を一括して回転させて前記輸送容器に残る前記液の大部分を遠心力により除去する工程と、前記超臨界乾燥装置内を予め決められた時間超臨界状態に保持する工程と、前記超臨界乾燥装置内の圧力を減じて大気圧に戻す工程と、前記超臨界乾燥装置の開口部を開いて前記輸送容器および前記ウェハ等を取り出す工程、とを有していることを特徴とするものである。

【0020】更に、請求項12に係るウェハ等の処理方法は、ウェハ等を超臨界乾燥装置に装入する工程と、前記超臨界乾燥装置の中で前記ウェハ等に湿式処理工程を行う工程と、前記ウェハ等を乾燥させる前に前記超臨界乾燥装置内に高圧高温の流体を供給して前記超臨界乾燥装置の内部を超臨界状態にする工程と、前記ウェハ等を回転させて前記ウェハ等の表面に残る液体の大部分を遠心力により除去する工程と、前記超臨界乾燥装置内を予め決められた時間超臨界状態に保持する工程と、前記超

臨界乾燥装置内の圧力を減じて大気圧に戻す工程と、前記超臨界乾燥装置の開口部を開いて前記輸送容器および前記ウェハ等を取り出す工程、とを有していることを特徴とするものである。

【0021】また、請求項13に係るウェハ等の処理方法は、湿式処理後のウェハ等を自然乾燥させることなくウェハ等の表面が濡れた状態で超臨界乾燥装置中に載置する工程と、前記ウェハ等が自然乾燥する以前に超臨界乾燥装置内に高圧高温の流体を供給して前記超臨界乾燥装置の内部を超臨界状態にする工程と、前記ウェハ等を回転させて前記ウェハ等の表面に残る液体の大部分を遠心力により除去する工程と、前記超臨界乾燥装置内を予め決められた時間超臨界状態に保持する工程と、前記超臨界乾燥装置内の圧力を減じて大気圧に戻す工程と、前記超臨界乾燥装置の開口部を開いて前記ウェハ等を取り出す工程、とを有していることを特徴とするものである。

【0022】更に、請求項14に係るウェハ等の処理設備は、その内部にウェハ等を収納して、現像、成膜、エッチング、洗浄等の湿式処理を行う湿式処理装置と、前記湿式処理が完了したウェハ等を前記ウェハ等の表面が濡れた状態で搬送するウェハ搬送装置と、前記ウェハ等に超臨界乾燥を行う超臨界乾燥装置、とを備えており、前記超臨界乾燥装置には前記ウェハ等を回転する機構が設けられていることを特徴とするものである。また、請求項15に係るウェハ等の処理設備は、その内部にウェハ等を収納して現像、成膜、エッチング、洗浄等の湿式処理を行う湿式処理装置と、前記湿式処理が完了したウェハ等を前記ウェハ等の表面が濡れた状態で輸送容器に装填するウェハ装填装置と、前記輸送容器に液を供給する液供給装置と、前記輸送容器・前記ウェハ等および前記液を一括して搬送するウェハ搬送装置と、その内部に前記輸送容器・前記ウェハ等および前記液を一括して収納する超臨界乾燥装置、とを備えており、前記超臨界乾燥装置には前記輸送容器・前記ウェハ等および前記液を一括して回転させる機構が設けられていることを特徴とするものである。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、図を参照して本発明に係る半導体ウェハ、液晶基板等（以下、ウェハという）の処理設備および処理方法の実施の形態について説明する。図1は、請求項1、2、5～7、10、14の実施の形態を概念図で示している。図1において符号1は湿式処理装置を示す。この湿式処理装置1は、現像機、エッチング装置、洗浄装置、コータ、ゲル化装置、リンス装置等種々の液処理装置が考えられる。図1では湿式処理装置1が1基（ひとつ）の例を図示しているが、もちろん必要に応じて2基以上の湿式処理装置を設けることもできる。2は超臨界乾燥装置を示す。この超臨界乾燥装置2には、この他に加圧減圧装置等（図示しない）が必要で

あるが、これらの付帯設備は通常クリーンルームの外に配置される。

【0024】また、図4は超臨界乾燥装置2の断面概念図であり、ウェハの装入・取り出しを行う開閉自在な開口部(図示省略)を有する高压容器101内にはウェハ載台102を有し、この台102を回転させるための回転機構(台支持軸とこれを軸心廻りに回転する駆動体(モータ等)からなる)103を備え、高压容器101には台102上のウェハ9に対して液を供給する液導入孔201を備えている。更に、図1において、3はウェハ搬送装置、4はカセットステーションを示し、5はこれら全体を囲う筐体を示し、これはクリーンルーム内に設置されるが、必要に応じて筐体5内部が構成するクリーンエリア雰囲気(清浄度等)をコントロールするようにしてもよい。この筐体5はカセットステーション4をドア等を有する隔壁5Aで区画している。

【0025】図1ではカセットステーション4に3つのカセット4-1、4-2、4-3が載置可能な例が示されているが、通常必要に応じて1~4個のカセットがハンドリングされる。ウェハ搬送装置3は、カセットステーション4に置かれた処理すべきウェハを取出し、まず、湿式処理装置1に搬送する。なお、ウェハ搬送装置3は、本発明の搬送装置に相当する。湿式処理装置1が現像機である場合には、アルカリ性水溶液をウェハ面に滴下して現像を行う。通常現像に要する時間は45秒~1分程度である。所定時間現像液で現像した後、純水リンスが行われる。リンス工程に要する時間も現像と同程度である。なお、純水リンスの後に純水よりも二酸化炭素との親和性が優れた有機溶剤を用いて追加リンスしてもよい。

【0026】通常の現像装置では、リンスの後、ウェハを3000rpm程度の高速で回転させて振りきり乾燥が行われる。しかしながら、この方法では気液界面が存在し、高速回転による遠心力の影響もあり、微細なレジストパターンを倒壊なしに乾燥することはできない。そこで本発明では、リンス工程の後、振りきり乾燥は行わず、その前にウェハ表面が濡れた状態でウェハをウェハ搬送装置3で湿式処理装置1から取り出し、超臨界乾燥装置2に搬送する。従って、遠心力の影響をうけることもないのである。

【0027】また、超臨界乾燥工程を開始する以前にウェハが自然乾燥してしまうと微細構造部が毛管力によって倒壊し超臨界乾燥の意味をなさなくなる。湿式処理装置1から超臨界乾燥装置2への搬送は速やかに行わねばならない。例えば、自然乾燥が発生するまでの時間内に行う。本発明のように、湿式処理装置1と超臨界乾燥装置2とを一つの筐体5中に近隣に配置し、両者の間を自動化された湿潤搬送可能なウェハ搬送装置3で繋ぐ(連携)事がきわめて重要である。本発明の本質は、湿式処理終了後のウェハを自然乾燥させることなく、最も重要

である微細構造部が濡れた状態で、超臨界乾燥装置に搬送し、自然乾燥する以前に超臨界乾燥を行うことにある。

【0028】ウェハ搬送装置3は一つのハンド(搬送体)でもよいが、二つ以上のハンドを持つことが好ましい。図1では、ウェハ搬送装置3はハンド31とハンド32の二つのハンドを持つ例が図示されている。この例において、第1ハンド31は湿潤搬送用、第2ハンド32は乾燥搬送用である。第1ハンド31はウェハが濡れた状態、すなわち図1の例では、湿式処理装置から超臨界乾燥装置への搬送に使用される。他方第2ハンド32はウェハが乾いた状態、すなわち図1の例では、カセットステーションから湿式処理装置への搬送および超臨界乾燥装置からカセットステーションへの搬送に使用される。こうすることにより、超臨界乾燥完了後の乾いた状態のウェハの搬送を、水分による汚染のおそれが全くない状態で安定してカセットステーションに戻すことができる。

【0029】図1に示した第1・2搬送体31、32は縦軸廻りに回転(旋回)可能としたアームを備え、このアームを伸縮自在にするとともに、アーム先端のウェハ支え部を首振り自在にしたスカラー型搬送ロボットで構成することが可能であるが勿論この構成に特定されるものではない。超臨界乾燥装置2に湿式な状態で搬送され所定の位置に載置されたウェハには、超臨界乾燥装置、すなわち、図4に示した高压容器101に設けられた液導入孔201から液が供給される。この液は、湿式処理装置1から超臨界乾燥装置2までウェハ搬送装置3で搬送される際に、ウェハ等の表面に盛られている液と同一の液を使用するのが通常であるが、必ずしも同一である必要はない。この液の供給は、搬送過程において蒸発等の理由により失われた前記ウェハ等の表面に盛られている液を補充し、ウェハ等の表面の一部が液切れし自然乾燥するのを防止するために行われている。

【0030】ウェハ等の表面に盛られている液体の種類やウェハ等の表面と液との相性等により、搬送時における液の消耗が多い場合には、この液供給工程は非常に有効であり、場合によっては必須の工程となる。換言すれば本工程を用いることにより、ウェハ等の表面に盛る液体の種類やウェハ等の種類の選択範囲が大きく広がり、本プロセスの汎用性が高くなる。また、この液供給には、搬送中にウェハ等の表面に盛られた液の表面に取りこまれた微小なゴミを洗い流すというもう一つの重要な意味がある。ウェハ等の表面に盛られた液に取りこまれた微小なゴミは、乾燥時にウェハ等の表面にそのまま残ってしまうことがあるからである。また、この液供給工程の際にウェハを回転させることは好ましい手段である。すなわち、ウェハ載台102を回転機構103によって回転することでウェハが回転される。このようにウェハを回転させることにより、必要最低限の液量でウェ



ハ等の表面を均一に濡れた状態（液切れがない状態）とすることができるからである。続いて、外部で温度圧力を調整した超臨界二酸化炭素を導入し超臨界乾燥装置2の内部を超臨界状態（例えば35℃、9MPa）とする。この超臨界流体の供給のために、通常液導入孔201とは別の供給孔（図示しない）が高圧容器101に設けられている。前記液の供給は、上記の超臨界流体での加圧加熱工程の際にも継続することができる。こうすることにより、液切れの可能性をゼロとすることができるが、このためには、超臨界乾燥装置2の内部圧力に打ち勝って液を供給するための高圧の液供給ポンプが必要となる。

【0031】また、このようなポンプを用いて超臨界乾燥装置2の開口部を閉じた直後に、液供給工程と加圧加熱工程とを同時に開始するようにしてもよい。超臨界乾燥装置2の内部が超臨界状態になった後に、予め決められた時間、所定の超臨界状態を保持する。この時に回転機構103を駆動してウェハ載台102を介してウェハ9を回転させ、ウェハ等の表面に残る液の大部分を遠心力により除去することは、生産性の観点から大いに有利である。この時の回転速度は20～500rpmが好ましい。通常の湿式処理後の振り切り乾燥のように3000rpmといった高速で回転させて液が飛び散るような状態ではなく、ウェハ9上の液がスムーズに流れ落ちるような状況が好ましい。このような適度の回転を与えることにより、ウェハ9上の余分な液を除去し、かつ、大きな遠心力による微細構造の倒壊のような副作用の発生を防止することができる。

【0032】回転にともなう遠心力による液の除去工程がない場合には、ウェハ9上面に存在する液をすべて超臨界二酸化炭素あるいは必要に応じてその中に添加される相溶剤や界面活性剤を利用して溶解させて運び去る必要があるため長時間を必要とする。本発明による方法では、ウェハを低速回転させることによりウェハ表面のごく薄い層以外の液部分は数秒で遠心力により除去されきわめて効率的である。引続いて超臨界状態を保持することにより、残るごく微量の液は短時間のうちに超臨界二酸化炭素中に溶解排出されて完全に除去される。この時に乾燥効率をあげるためにウェハ等を適度の回転数で回転させてもよい。しかる後に、超臨界乾燥装置2内の圧力を減じて超臨界状態から気体状態に変化させ、超臨界乾燥装置2の内部が大気圧に復帰した後（大気圧に戻した後）、開口部を開いて乾燥されたウェハを取り出す。

【0033】超臨界乾燥は、毛管力フリーで微細な構造物を倒壊、崩壊することなく乾燥することができる優れた乾燥方法である。超臨界技術は、現像や洗浄にそのまま使用できる可能性があるが、この分野では歴史の浅い技術でありまだ相当の技術開発が必要である。また、例えばエッチングにおいてはフッ酸等が使用されたり、洗浄においても強酸、強アルカリが使用されたりするが、

これらの金属に対して強い腐食性を有する薬液をそのまま高圧装置である超臨界装置に持ちこむ（利用又は使用する）ことはできない。

【0034】他方、現像、洗浄、エッチング等の湿式処理は、半導体製造工程で長年に亘って使用されている安定した生産性のよい、当分野において熟知された方法である。本発明の趣旨は、上記の長い歴史を有する安定した湿式処理技術と、毛管力フリーという極めて優れた乾燥特性を持つ超臨界乾燥という新しい組み合わせ、それぞれの特長を生かしつつ、生産性が高く安定な方法、システムとして提供することにある。

【0035】図2は請求項11～15の実施の形態を概念図で示し、図3は請求項11～15において用いる輸送容器の一例を断面図で示し、図4は超臨界乾燥装置2の断面概念図を示している。図2において、図1を参照して既述した構成と作用等は共通するので共通部分は共通符号を援用し、以下、相違する点につき主に説明する。図2においては、ウェハの輸送容器6を用いた例である。すなわち、輸送容器6の中にウェハ9が、ウェハ装填装置7によって載置可能とされており、ウェハ9を載置した輸送容器6には液供給装置8により液が供給され、この液9-1は図3で示すように、ウェハ9の上面を覆うレベルまで供給される。もちろん、先に輸送容器6に液を供給しておき、その後にウェハを載置してもよい。

【0036】図2の例においては、図1を参照して既述したと同様に、リンス工程の後、振りきり乾燥は行わず、その前にウェハ表面が濡れた状態でウェハをウェハ搬送装置3で湿式処理装置1からハンド31により取り出しウェハ装填装置7に受け渡す。次にウェハ装填装置7によって輸送容器6の中に載置する。続いて輸送容器6に液供給装置8により液を供給する。液9-1は図3に示すように、ウェハ9の上面を覆うレベルまで供給される。あるいは、事前に液供給装置8により輸送容器6に液を供給しておいた後に輸送容器6の中にウェハ9を載置してもよい。超臨界乾燥工程を開始する以前にウェハが自然乾燥してしまうと微細構造部が毛管力によって倒壊し超臨界乾燥の意味をなさなくなる。上述のようにウェハ9を輸送容器6の中に入れ、液に浸された状態で超臨界乾燥装置2に搬送することにより、搬送中や超臨界処理開始までの待機期間の間にウェハ表面が自然乾燥することを完全に防止とすることができる。液9-1としては、純水や有機溶媒等が処理品の特性に応じて適宜選択される。液の種類如何よりも、ウェハ表面を液で覆い大気に触れさせないことに重要な意味がある。

【0037】超臨界乾燥装置2の中に、輸送容器6および液9-1とともに一括して装入されたウェハには超臨界乾燥処理が施される。具体的には、超臨界乾燥装置2のウェハ装入開口を閉じて内部を密閉し、予め外部で温度圧力を調整された超臨界二酸化炭素を導入し超臨界乾

乾燥装置の内部を超臨界状態（例えば35℃、9MPa）とする。また、図4に例示した回転機構103を駆動して輸送容器6・液9-1・ウェハ9を一体で回転させる。この時の回転速度は20～500rpmが好ましい。通常の湿式処理後の振り切り乾燥のように3000rpmといった高速で回転させて液が飛び散るような状態ではなく、輸送容器6内の液がスムーズに流れ出すような状況が好ましい。したがって、輸送容器6の液を収納する空間の底部は中心が深く周辺が浅い傾斜をもつことが好ましい。このような適度の回転を与えることにより、輸送容器6の内部に存在する余分な液を除去し、かつ、大きな遠心力による微細構造の倒壊のような副作用の発生を防止することができる。回転に伴う遠心力による液の除去がない場合には、輸送容器6内に存在する液をすべて超臨界二酸化炭素あるいは必要に応じてその中に添加される相溶剤や界面活性剤を利用して溶解させて運び去る必要がある。

【0038】輸送容器6を使用する方法は、輸送中のウェハの自然乾燥を防止するという観点からは最良の方法であるが、その分ウェハの周囲には多量の液が存在するため液をすべて除去するためには長時間を必要とすることになる。本発明による方法では、輸送容器6を低速回転させることにより輸送容器6内の殆どの液が数秒で遠心力により物理的に除去されきわめて効率的である。引続いて超臨界状態を保持することにより、ウェハ表面や輸送容器表面に残るごく微量の液は短時間のうちに超臨界二酸化炭素中に溶解排出されて完全に除去される。しかる後に、圧力を減じて超臨界状態から気体状態に変化させ、超臨界乾燥装置2の内部が大気圧に復帰した後、開口部を開く。

【0039】乾燥処理の終わったウェハ9は輸送容器6と一括してウェハ搬送装置3で超臨界乾燥装置2から取り出され、中間位置10まで搬送される。ここでウェハ9は輸送容器6からウェハ装填装置7によって取り出され、カセット4-2に搬送される。ウェハ装填装置7においてもウェハ搬送装置と同様、濡れた状態のウェハ9を保持する搬送体と乾いた状態のウェハを保持する搬送体とを有していることが好ましい。本発明の精神は、湿式処理を超臨界乾燥装置の中で行うワンバス方式の場合にも適用することが可能である。この場合には、処理すべきウェハを超臨界乾燥装置内に装入し、まず超臨界乾燥装置に薬液を供給することによりウェハを湿式処理する。湿式処理完了後、振り切り乾燥を行うことなく引続いて超臨界乾燥を行う。この場合にも、湿式処理完了後、ウェハ表面を乾燥させることなく超臨界乾燥を開始することが重要である。それ以降の工程は既に述べた手順と同様である。このワンバス方式は使用薬液の制限が多く汎用性には欠けるが、通常の湿式処理装置が不要であるのでコンパクトであり、湿式処理として特定の種や

ばMEMSの製造において、水溶性の犠牲層を使用するような場合には、使用液は純水とアルコールであるため、本方法を使用することができる。

【0040】本発明の実施の形態は以上の通りであるが、その趣旨の範囲内で種々の改変が可能である。図1および図2では湿式処理装置や超臨界乾燥装置がそれぞれ1基で示されているが、必要に応じて複数の湿式処理装置や超臨界乾燥装置を配置することは当然の選択である。また、湿式処理装置と超臨界乾燥装置に加えて、ベイク炉や置換装置が組み込まれる場合もある。さらに、図1および図2ではウェハ搬送装置として定置式（旋回式）のものが例示されているが、状況に応じて移動式（走行式）のウェハ搬送装置が用いられる場合もある。また図1および図2におけるカセットステーションに付随して第二のウェハ搬送装置が配置されることもある。この場合、第二のウェハ搬送装置はカセットからのウェハの出し入れを司り、第一のウェハ搬送装置との間でウェハの受け渡しを行うこととなる。

【0041】また、カセットとはウェハの収納容器であり、ウェハを棚状に積層することが可能である。また、輸送容器にウェハを間隔を空けて複数枚積層して保持することも可能である。更に、輸送容器の形態は自由であり、この容器自体がウェハの複数枚を棚状に積み重ねて液槽等に浸漬されてウェハを濡れた状態とすることもできる。更に、輸送容器を使用しないで、超臨界処理開始までの待機時間中にウェハ表面が自然乾燥するのを防ぐ手段、例えば液供給手段をウェハ搬送装置に具備させることも可能である。

【0042】

【発明の効果】本発明によれば、半導体ウェハ、液晶基板等の製造（生産）において、湿式処理から超臨界乾燥に到る工程を、汎用性が高く、安定で生産性が高く、経済的要望を満足することができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】請求項1、2、5～7、10、14に係る実施の形態を示す概念図である。

【図2】請求項3、4、8、9、11、15に係る実施の形態を示す概念図である。

【図3】図2において用いる輸送容器の一例を示す断面図である。

【図4】超臨界乾燥装置の断面概念図である。

【図5】圧力と温度の状態図である。

【符号の説明】

- 1 湿式処理装置
- 2 超臨界乾燥装置
- 3 搬送装置（ウェハ搬送装置）
- 4 カセットステーション
- 5 筐体
- 6 輸送容器
- 7 ウェハ装填装置

8 液供給装置

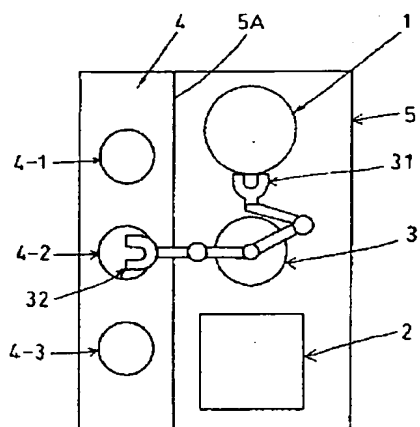
9 ウェハ

17

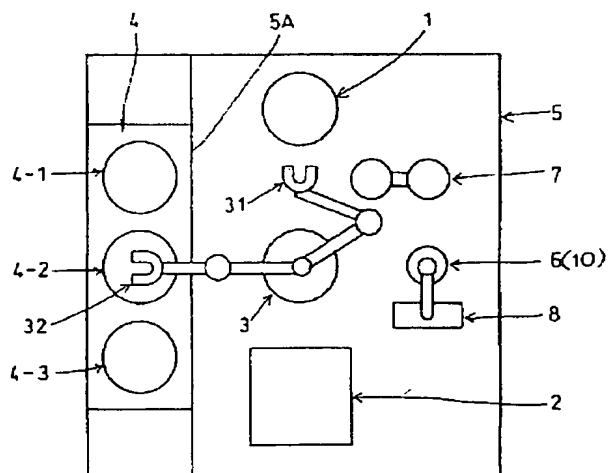
\* 101 高圧容器

\* 103 回転機構

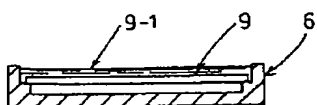
【図1】



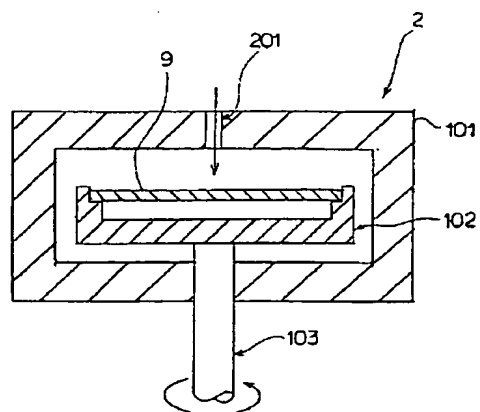
【図2】



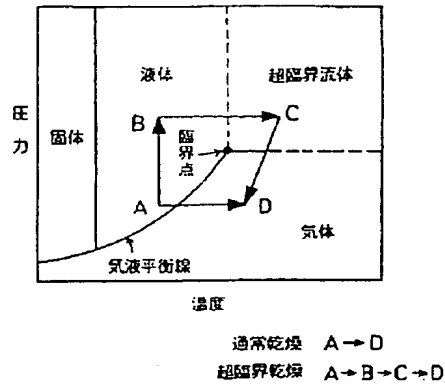
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

- (72)発明者 石井 孝彦  
兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目3番1号  
株式会社神戸製鋼所高砂製作所内
- (72)発明者 渡邊 克充  
兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目3番1号  
株式会社神戸製鋼所高砂製作所内
- (72)発明者 坂下 由彦  
兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目3番1号  
株式会社神戸製鋼所高砂製作所内
- (72)発明者 溝端 一國雄  
京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1 大日本スクリーン製造株式会社内
- (72)発明者 三宅 孝志  
京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1 大日本スクリーン製造株式会社内

- (72)発明者 北門 龍治  
京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1 大日本スクリーン製造株式会社内
- (72)発明者 村岡 祐介  
京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1 大日本スクリーン製造株式会社内
- (72)発明者 齊藤 公統  
京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1 大日本スクリーン製造株式会社内
- (72)発明者 岩田 智巳  
京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1 大日本スクリーン製造株式会社内